

# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2003 03 26

申 请 号： 03 1 14065.3

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 碳纳米管场发射显示装置的制备方法

申 请 人： 清华大学；鸿富锦精密工业（深圳）有限公司

发明人或设计人：刘亮；范守善

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 5 月 20 日

## 权 利 要 求 书

1. 一种碳纳米管场发射显示装置的制备方法，包括下列步骤：提供一工作板，其具有一表面；在所述工作板的表面形成一定厚度的绝缘层，该绝缘层具有一平整表面；在绝缘层表面形成一催化剂层；在催化剂层表面选定区域形成具有一定高度的阻隔壁，并形成显示点阵区域；在显示点阵区域生成碳纳米管阵列；在碳纳米管阵列顶部形成阴极电极；形成与阴极电极和阻隔壁外形相应的底板；脱去工作板，露出绝缘层；在绝缘层表面选定区域形成栅极电极；去除绝缘层对应显示点阵的区域，露出碳纳米管阵列；封装阳极。
2. 根据权利要求1所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述绝缘层表面平整度小于1微米。
3. 根据权利要求2所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述绝缘层厚度1微米~1000微米。
4. 根据权利要求2所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述绝缘层进一步包括厚度10纳米~1微米的保护层。
5. 根据权利要求4所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述保护层可耐受湿法刻蚀，且可用干法刻蚀去除。
6. 根据权利要求1所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述生成碳纳米管阵列包括通入反应气体，升温到反应温度，在催化剂作用下生成碳纳米管阵列。
7. 根据权利要求1所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法；其特征在于所述碳纳米管阵列的长度与阻隔壁高度大致相同。
8. 根据权利要求1所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述阴极电极进一步包括电阻负反馈层。
9. 根据权利要求1所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述催化剂层厚度为1纳米~10纳米。
10. 根据权利要求1所述的碳纳米管场发射显示装置的制备方法，其特征在于所述阳极包括荧光层。

碳纳米管场发射显示装置的制备方法

【技术领域】

本发明涉及一种碳纳米管场发射显示装置的制备方法，尤其涉及一种具有平整碳纳米管阵列发射表面的场发射装置的制备方法。

【背景技术】

碳纳米管是一种新型碳材料，由日本研究人员 Iijima 于 1991 年发现，请参见 "Helical microtubules of graphitic carbon", S Iijima, Nature, vol.354, p56 (1991)。碳纳米管具有极优异的导电性能，且其具有几乎接近理论极限的尖端表面积(尖端表面积愈小，其局部电场愈集中)，所以碳纳米管是已知的最好的场发射材料，它具有极低的场发射电压(小于 100 伏)，可传输极大的电流密度，并且电流极稳定，因而非常适合做场发射显示器的发射元件。

如图 13 所示，戴宏杰、范守善等人在美国专利第 6,232,706 号揭示一种碳纳米管场发射装置及其制备方法，该装置制备方法是在基底 110 表面形成多孔硅 120，再沉积催化剂层 130，直接在催化剂层 130 上生长得到垂直基底 110 的碳纳米管束 100 作为场发射元件，其得到的碳纳米管束 100 高度可达到 300 微米，碳纳米管束 100 顶部可能平坦，或者是凹面形状。该方法实现碳纳米管阵列生长并应用于场发射显示器。

如美国专利第 6,515,415 号所揭露，碳纳米管应用于场发射显示一般包括以下步骤：在阴极表面沉积金属催化剂；形成绝缘层；在阴极表面生长碳纳米管阵列作为电子发射元件；在绝缘层上形成栅极，最后将含有荧光物质的阳极与阴极真空封装形成平面显示器，通过控制栅极而控制碳纳米管尖端发射电子。

然而，上述方法生成的碳纳米管高度不完全一致，有部分碳纳米管较长，另一部分较短，造成不同碳纳米管发射尖端不在同一平面，在发射电子时，容易产生电子发射不均的缺点，而且，传统方法生成的碳纳米管高度虽然大体可调，但很难精确控制，所以，碳纳米管发射尖端与栅极之间的间距也因此难以控制。

因此，提供一种制备碳纳米管发射尖端位于同一平面、且可控制发射尖

端与栅极电极之间距的场发射显示装置的方法实为必要。

### 【发明内容】

本发明之目的在于提供一种发射尖端位于同一平面、且可控制发射尖端与栅极电极之间距的碳纳米管场发射装置的制备方法。

本发明提供一种碳纳米管场发射显示装置的制备方法，包括下列步骤：提供一工作板，其具有一表面；在所述工作板的表面形成一定厚度的绝缘层，该绝缘层具有一平整表面；在绝缘层表面形成一催化剂层；在催化剂层表面选定区域形成具有一定高度的阻隔壁，并形成显示点阵区域；在显示点阵区域生成碳纳米管阵列；在碳纳米管阵列顶部形成阴极电极；形成与阴极电极和阻隔壁外形相应的底板，以支撑所述阴极电极和阻隔壁；脱去工作板，露出绝缘层；在绝缘层表面选定区域形成栅极电极；去除绝缘层对应显示点阵的区域，露出碳纳米管阵列；封装阳极。

与现有技术相比，本发明具有如下优点：碳纳米管发射端在同一平整面，从而实现电子均匀发射；而且，碳纳米管与栅极的间距可以控制，从而降低发射电压。

### 【附图说明】

图1是本发明碳纳米管场发射显示装置的制备方法流程图。

图2至图12是本发明具体实施例各步骤示意图。

图13是现有技术碳纳米管场发射装置示意图。

### 【具体实施方式】

请参见图1，为本发明碳纳米管场发射显示装置的制备方法流程图。本发明方法包括下列步骤：

步骤1是提供工作板。此工作板具有一表面，其作为后续步骤的支撑基础，应当可以耐受碳纳米管生长时的温度，可选用耐热的非金属材料。

步骤2是在工作板上形成一绝缘层。本步骤是在所述工作板的表面形成一定厚度的绝缘层，可以通过调节绝缘层的厚度控制碳纳米管与栅极之间的距离，该绝缘层具有一平整表面，以利于碳纳米管从同一平面开始生长；所述绝缘层可以包括一层保护层，以便在后续步骤10形成像素孔时保护碳纳米管阵列。

步骤3是在绝缘层表面形成一催化剂层。通过蒸镀或化学沉积的方法，在

绝缘层表面形成具有一定厚度的薄层，一般为过渡金属Fe、Co、Ni或其合金，沉积厚度1~10nm，优选为3~5nm。优选地，可以将催化剂层在300℃~400℃温度下退火，以利于催化剂纳米颗粒的形成。

步骤4是在催化剂层上形成阻隔壁并形成显示点阵区域。在催化剂层表面选定区域形成具有一定高度的阻隔壁，它用来绝缘阴极电极和栅极电极，同时阻隔壁之间形成显示点阵区域，以供生长碳纳米管所需；阻隔壁的高度可视碳纳米管所需长度而定，一般为1微米~1000微米之间，优选10微米~500微米；阻隔壁的材料应当能够耐受碳纳米管生长的温度（一般700℃左右），如高温玻璃、涂覆绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母等。

步骤5是生长碳纳米管阵列。通入碳氢气体，加热至反应温度，通过催化剂的催化作用，碳氢气体发生化学反应，使得在显示点阵区域生成碳纳米管阵列；生长碳纳米管阵列的温度视碳氢气体成分、催化剂材料而定，一般在700℃左右；碳纳米管阵列的长度和阻隔壁高度大致相同即可。

步骤6是形成阴极。在碳纳米管阵列顶部形成阴极电极，一般以蒸镀或化学沉积的方法沉积金属材料形成阴极电极，根据需要，阴极电极还可以包括一层电阻负反馈层。

步骤7是形成底板，即形成与阴极电极和阻隔壁相应形状的底板，以支撑所述阴极电极和阻隔壁，底板为绝缘材料，可以选用玻璃、塑料、陶瓷等。

步骤8是翻转并脱去工作板。将上述步骤1-7形成的整体翻转后，以所述底板作为支撑基础，脱去工作板，露出绝缘层。

步骤9是形成栅极。在绝缘层表面选定区域形成栅极电极，所述选定区域应避开碳纳米管阵列显示点阵的相应区域。

步骤10是形成像素孔。去除绝缘层相应的区域，露出碳纳米管，使碳纳米管尖端发射的电子可以通过，从而形成像素孔；去除方法包括湿法刻蚀、干法刻蚀等。

步骤11是封装阳极，形成平面显示器，其中阳极表面包括荧光层。

请参见图2至图12，下面将以第一实施例详细说明本发明的各个步骤。

如图2所示，提供带有细微凹槽（图未标示）的模板20，以作为步骤1所需的工作板，所设细微凹槽有利于后续步骤顺利脱去模板20，为使表面平整，可用石蜡等容易去除的物质涂平，该模板20作为后续步骤的支撑基础。

如图3所示,在模板20表面通过镀膜、印刷或直接采用现成的模板形成表面平整的氧化硅层22作为绝缘层,其表面平整度要求小于1微米,厚度为1微米至1000微米,优选10微米~200微米,该氧化硅层22也可选用其他绝缘材料,能够耐受碳纳米管生长所需温度(约700℃),且该氧化硅层22可以通过湿法蚀刻去除。

如图4所示,进一步在氧化硅层22表面沉积形成硅保护层24,其厚度在允许的情况下尽量薄,一般为10纳米~100纳米,氧化硅层22和硅保护层24一起控制阴极电极34和栅极电极40间距,所述硅保护层24起到保护后续步骤形成的碳纳米管阵列30的作用,可耐受湿法蚀刻,但可用干法蚀刻去除。

如图5所示,在硅保护层24表面沉积催化剂层26,一般是Fe、Co、Ni或其合金。催化剂层26厚度为1~10纳米,优选为3~5nm。优选地,可以将催化剂层26在300℃~400℃温度下进行退火,以利于催化剂纳米颗粒的形成。

如图6所示,在催化剂层26上形成具有一定高度的阻隔壁28,用来绝缘阴极电极34和栅极电极40,同时在阻隔壁之间形成的显示点阵区域生长碳纳米管阵列30,因为所述氧化硅层22的表面平整,硅保护层24厚度很薄,所以可以保证碳纳米管阵列30生长在同一平面;阻隔壁的高度与碳纳米管阵列30的长度大致相同,一般为1微米~1000微米之间,优选10微米~500微米;阻隔壁的材料应当能够耐受碳纳米管生长的温度(一般700℃左右),如高温玻璃、涂覆绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母等。

碳纳米管阵列30是通过化学气相沉积法生成,在一定温度条件下通入碳氢气体,通过催化剂层26的催化作用,碳氢气体发生化学反应,使得在显示点阵区域生成碳纳米管阵列30;生长碳纳米管阵列30的温度一般在700℃左右;碳纳米管阵列30的长度和阻隔壁28高度大致相同即可。

如图7所示,在碳纳米管阵列30顶部沉积形成电阻负反馈层32,其材料可选用合适电阻的硅、合金等,厚度可根据电阻需要而决定。该电阻负反馈层32是可选择的。

如图8所示,在电阻负反馈层32表面沉积形成阴极电极34,一般以蒸镀或化学沉积的方法沉积金属材料形成,金属材料的热膨胀系数应与电阻负反馈层32匹配。

如图9所示,形成与阴极电极34和阻隔壁28外形相适应的底板36,以支撑

所述阴极电极34和阻隔壁28，底板36为绝缘材料，可以选用玻璃、塑料、陶瓷等。

如图10所示，将图9形成的整体翻转后，以所述底板36作为支撑基础，脱去模板20，露出氧化硅层22，然后，在氧化硅层22表面相应区域形成栅极电极40，所选相应区域应避免碳纳米管阵列30作为显示点阵的区域；

如图11所示，去除显示点阵区域的氧化硅层22、硅保护层24，必要时去除催化剂层26反应剩余的材料，露出碳纳米管阵列30，使碳纳米管阵列30发射的电子可以通过，从而形成像素孔；氧化硅层22可用湿法刻蚀去除，而硅保护层24可以耐受湿法刻蚀，保护碳纳米管阵列30不被破坏，去除氧化硅层22之后，可用干法刻蚀去除硅保护层24，必要时用激光轰击去除催化剂层26。

如图12所示，封装阳极50，形成平面显示器，其中阳极50表面与碳纳米管阵列30对应处包括荧光层52。

本发明第二实施例跟上述第一实施例步骤大致相同，不同之处在于，硅氧化层22形成之后，省略形成硅保护层24的步骤，直接在硅氧化层22表面沉积催化剂层26；在形成栅极电极40之后，小心去除显示点阵区域的氧化硅层24，必要时去除剩余的催化剂材料，即可露出碳纳米管阵列30，然后进行后续步骤。

本发明第三实施例跟上述第一实施例步骤大致相同，不同之处在于，在硅氧化层22形成之前，预先形成栅极电极40。在形成阻隔壁28等后续结构时，需要对准栅极电极40上已形成的显示点阵孔。

本发明上述方法形成的碳纳米管场发射显示装置，因碳纳米管阵列30生长在同一平面，所以翻转后露出的碳纳米管阵列30具有同一平整面，从而实现电子均匀发射之目的；另外，碳纳米管阵列30与栅极电极40的距离基本取决于氧化硅层22的厚度(若有硅保护层24时，加上硅保护层24的厚度)，如此，通过控制其厚度即可达到控制碳纳米管阵列30与栅极电极40的间距之目的。

# 说明书附图

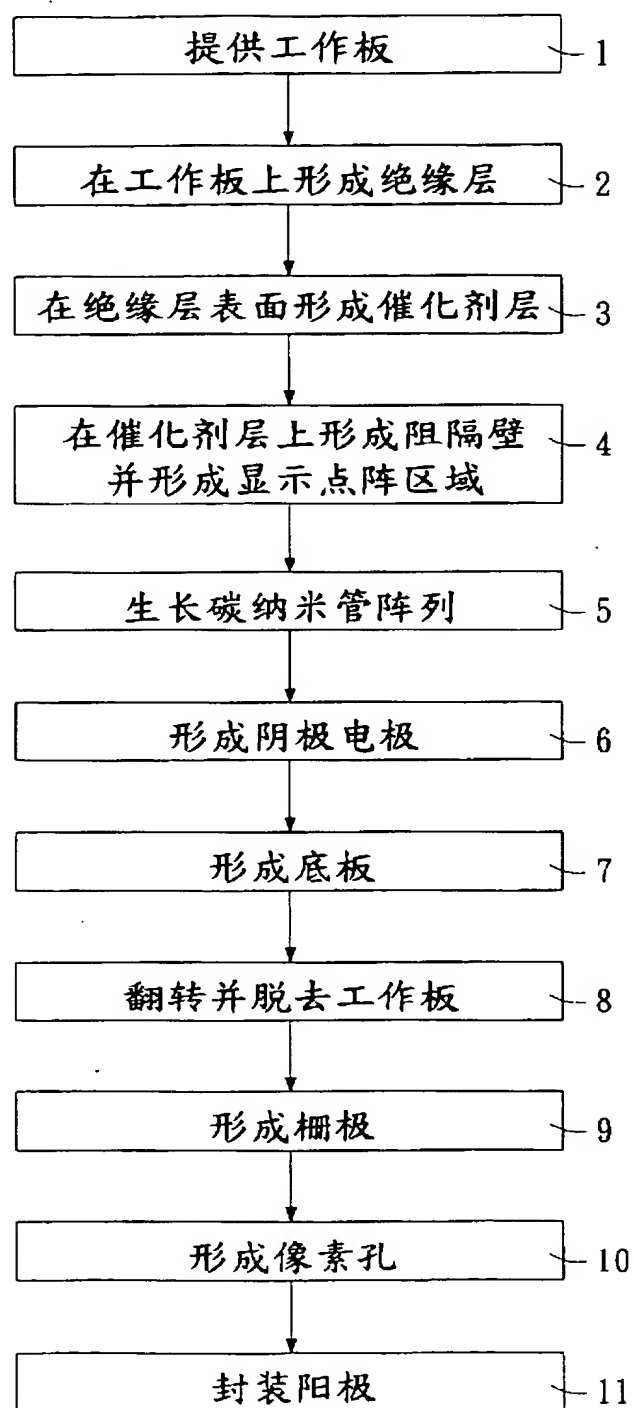


图 1



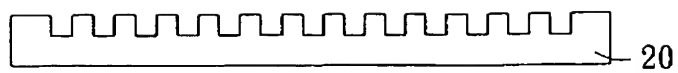


图 2

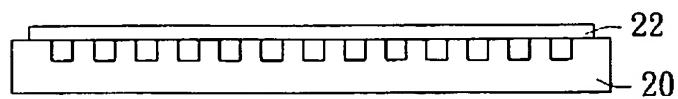


图 3

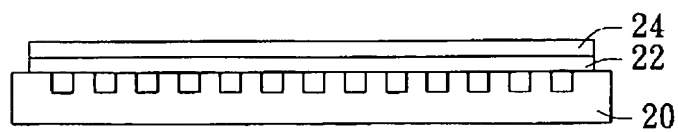


图 4

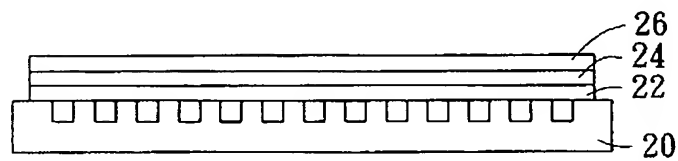


图 5

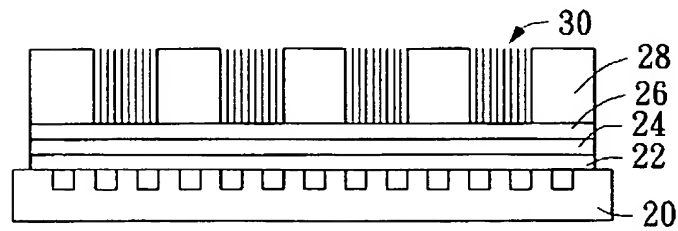


图 6

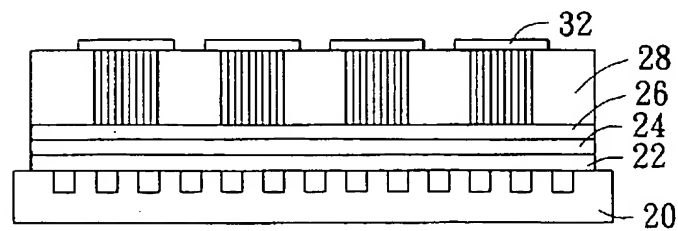


图 7

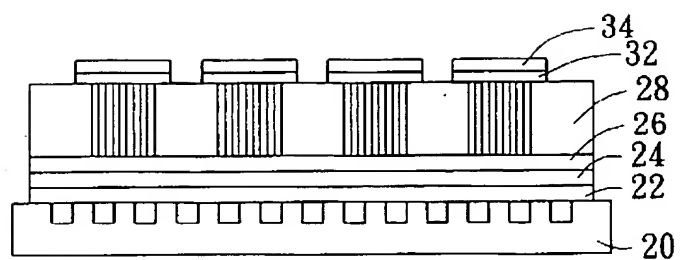


图 8

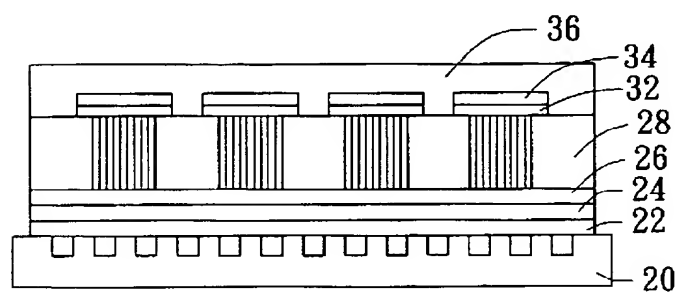


图 9

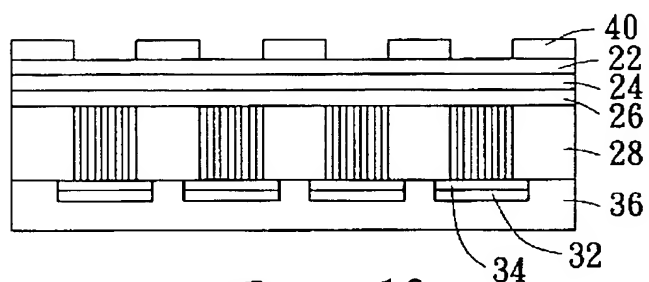


图 10

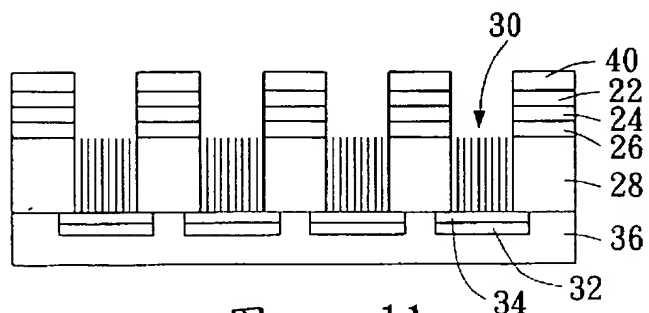


图 11

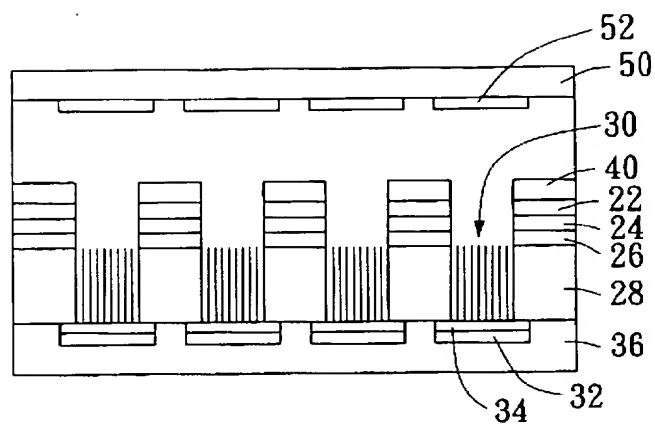


图 12

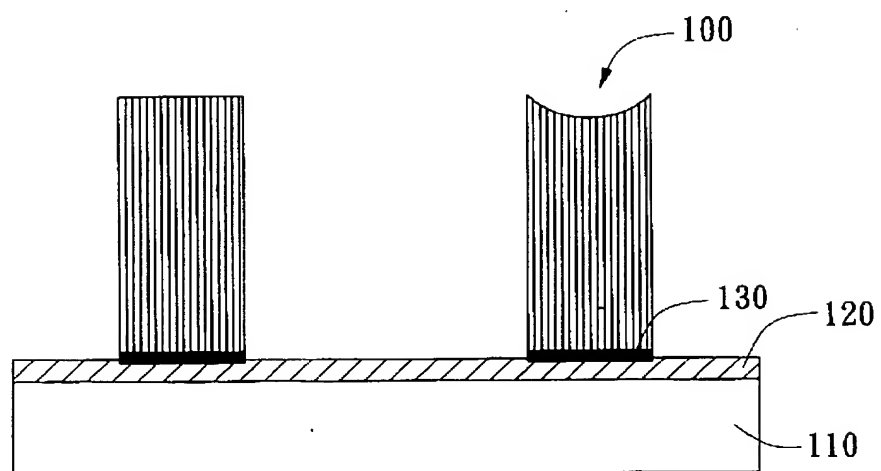


图 13